

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2003年12月31日 (31.12.2003)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/001334 A1

(51)国際特許分類7:
G01C 9/20, 9/06,
G01P 15/00, 15/02, 15/125

(21)国際出願番号:
PCT/JP2003/007633

(22)国際出願日:
2003年6月16日 (16.06.2003)

(25)国際出願の言語:
日本語

(26)国際公開の言語:
日本語

(30)優先権データ:
特願2002-179789 2002年6月20日 (20.06.2002) JP
特願2003-131731 2003年5月9日 (09.05.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 生方製作所 (UBUKATA INDUSTRIES CO., LTD.)

[JP/JP]; 〒457-0828 愛知県 名古屋市 南区宝生町4丁目30番地 Aichi (JP).

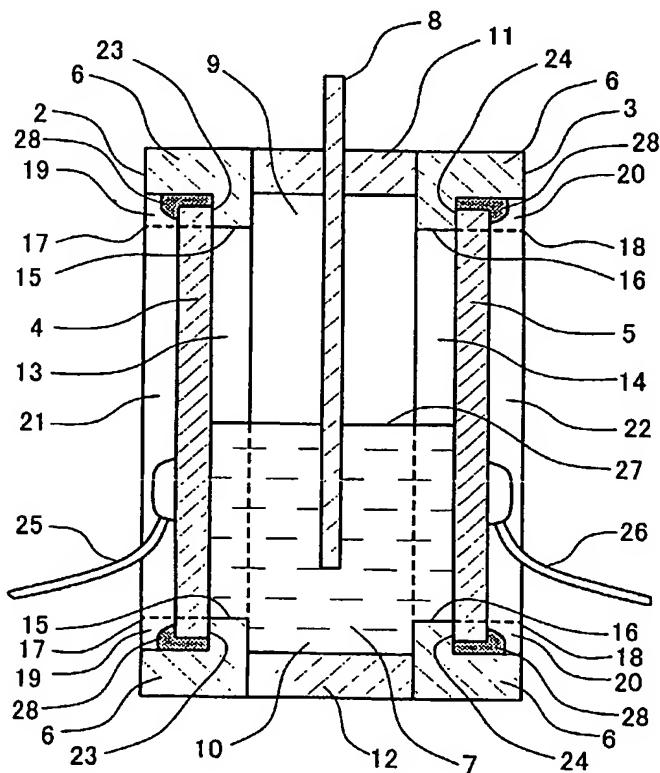
(72)発明者; および
(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 浦野 充弘 (URANO,Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒471-0858 愛知県 豊田市 朝日ヶ丘 1-8 Aichi (JP). 戸田 孝史 (TODA,Takashi) [JP/JP]; 〒451-0031 愛知県 名古屋市 西区城西3-17-24 Aichi (JP). 横田 栄作 (YOKOTA,Eisaku) [JP/JP]; 〒457-0056 愛知県 名古屋市 南区本星崎町字廻間 1016-1-201 Aichi (JP).

(74)代理人: 佐藤 強 (SATO,Tsuyoshi); 〒460-0008 愛知県 名古屋市 中区栄 4丁目6-15 名古屋あおば生命ビル Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: CAPACITANCE-TYPE LIQUID SENSOR

(54)発明の名称: 静電容量式液体センサ



WO 2004/001334 A1

に電気的に接触する副電極 (8) を容器内に設ける。

(57) Abstract: A capacitance type liquid sensor for detecting an inclination angle and acceleration of an object using the fact that a liquid surface always keeps it horizontal. Openings (13, 14) are provided in two side faces of a hollow cylinder-shaped sealed container (6) made of an electric insulating material, and the container has two parallel side faces (2,3). Plate-shaped main electrodes (4, 5) on at least one face of each of which silicon oxide film is formed are made to be in contact with the side faces so as to close the openings, with the silicon oxide film being placed so as to face the inside of the container. A sealing agent (28) is provided in the gap between the plate-shaped main electrodes and the side faces. Electrically conductive liquid (27) of an amount equal to substantially one-half of the inside volume of the container is filled and sealed in the container. An auxiliary electrode (8) that is in electrically contact with the electrically conductive liquid is provided in the container.

(57) 要約: 本発明は、液体表面が常に水平面を維持することを利用して物体の傾斜角、加速度を検出する静電容量式の液体センサに関する。平行する2つの側面(2、3)を有する電気絶縁体製の筒状密閉容器(6)の2つの側面に開口(13、14)を設け、少なくとも片面にシリコン酸化皮膜を形成した板状主電極(4、5)を酸化皮膜を容器内側にして前記側面に当接させて開口を塞ぐ。板状主電極と側面との隙間にシール剤(28)を液密に介挿し、容器内に内容積の約1/2の量の導電性液体(27)を封入する。該導電性液体



(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明細書

静電容量式液体センサ

5 技術分野

本発明は、傾斜センサとしてまた加速度センサ、感震器として好適な、導電性液体を使用した静電容量式液体センサに関する。

背景技術

10 傾斜センサは、それが取り付けられた被測定物の水平面あるいは鉛直軸からの傾斜角の測定に使用されるセンサである。一方、加速度センサ、感震器は、それが固定された物体が受ける加速度の測定に使用されるセンサである。両者は測定対象が異なるため、通常は各々の物理量の測定に適した別々のセンサが選択使用される。

15 しかし、同じセンサでありながら傾斜角と加速度の双方の測定に使用可能なセンサとして、従来より導電性液体を使用した液体センサが知られている。この液体センサは、液体の表面が静止状態では常に水平を保つ原理を利用したもので、内部に液体を入れたセンサの容器が傾いた時に、内部の液体表面に対する容器の角度を検出して容器の傾斜角を測定
20 する。逆に、水平に置かれたセンサの容器に水平方向の加速度が加えられた場合には、センサ内の液体表面が傾くことから、その傾斜角を検出して加えられた加速度を測定するというものである。本明細書では、このような原理を使って傾斜角や加速度を測定するセンサを液体センサと呼んでいる。

25 液体センサにおける、内部に入れた液体の表面と容器との傾斜角を検出する方式としては、抵抗式と静電容量式とが知られている。

抵抗式に関しては、例えば特開2001-13160号公報に技術が開示されている。このセンサは、第20図の縦断面図に示すように、一端を閉じた円筒状の金属製容器101内に導電性液体102を適量封入し、開口部は金属製円板103で塞いである。そして、下部の円板103から金属製電極104を一対あるいは2対、円板103に電気絶縁的に貫通固定させた構造をしている。容器101が傾くか、あるいは容器101に水平方向の加速度が加わると、容器101と内部の液体表面105とのなす角度が変化して金属製電極104と導電性液体102との接触面積が変わり、金属製容器101と各金属製電極104との間の電気抵抗が変化する。従って、その抵抗値の変化を測定して容器101の傾斜角、あるいは容器101に加えられた加速度の大きさを検出しようとするものである。

しかし、この抵抗式液体センサの場合は、金属製電極が導電性液体（電解液）と直接に接しているため、その境界面を通して抵抗値を測定するための電流が流れる。このため、電極を構成する金属の溶出、導電性液体の電気分解といった化学変化が生じるため、センサの安定性、信頼性を長期に渡って確保することが難しいという問題がある。

他方、静電容量式に関しては、例えば特開平5-172571号公報に技術が開示されている。このセンサは、第21図に示すように、水平に置いた導電材性の筒状フレーム110の両端開口部を絶縁板111で覆った容器112内にほぼ半分の容積の導電性液体113と、これより比重の小さい絶縁性液体114とを封入し、両端の絶縁板111の外面に半円あるいは円形を複数個に分割した弧状の外部電極115を設けたものである。容器112が傾くと、両端絶縁板111とそれを挟む弧状外部電極115、導電性液体113とで構成されるコンデンサの静電容量に変化が生ずるので、その変化量を測定して容器の傾きを検出しよう

とするものである。

しかし、この静電容量式センサの場合、コンデンサを形成する誘電体として通常の絶縁板を使用している。この絶縁板は、容器 112 の一部を構成しているため厚みをあまり薄くできない。従って、コンデンサの 5 静電容量を大きくすることが困難で、検出感度が低く、検出精度を高めることが難しいという問題がある。

また、特開平 11-118412 号公報には、静電容量式を使用した位置変位信号発生装置が開示されている。この装置は、容器に入れた電解液の中に 1 本の電極単体と、アルミ化成箔のような電極を有する 2 本の誘電体構造体の電極を浸漬し、その電極間に電気素子を接続した構成をなしている。電解液を入れた容器あるいは電極自体が位置変位すると、誘電体構造体の電極と電解液との接触面積が変わり、電極単体と電極間の静電容量に変化が生ずる。従って、その変化を測定して位置変位を検出しようとする装置である。

しかし、この静電容量式センサの場合は、誘電体構造体の電極にアルミ化成箔を使用している。アルミ化成箔は、アルミ箔の表面を陽極酸化して誘電体であるアルミ酸化皮膜を形成したものである。このアルミ化成膜は安定性に問題があるため、長期に渡ってセンサの安定性と信頼性を確保することが困難である。

20

発明の開示

本発明は、このような従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、長期に渡って安定性と信頼性を維持することができる静電容量式の液体センサを提供することにある。

25 本発明の目的は、平行する 2 つの側面を有する電気絶縁体製の筒状密閉容器の該 2 つの側面に開口を設け、少なくとも片面にシリコン酸化皮

膜を形成した板状主電極を酸化皮膜を容器内側にして前記側面に当接させて該開口を塞ぎ、前記板状主電極と前記側面との隙間にシール剤を液密に介挿して固定する。そして容器内に内容積の略1／2の量の導電性液体を封入し、該導電性液体に電気的に接触する副電極を容器内に設けたことを特徴とする静電容量式液体センサを提供することによって達成される。

10 このような構成の液体センサは、コンデンサを形成する誘電体に電気的、化学的安定性に優れ、且つ非常に薄いシリコン酸化皮膜を使用しているため、長期に渡って安定性、信頼性を維持することができ、且つ小型に製作できる利点を有する。

また、本発明の目的は、密閉容器と、その内部に封入され前記密閉容器の略1／2の内容積を占める導電性液体と、前記密閉容器の一方の端面から前記密閉容器に電気絶縁的に貫通固定された一対のリード端子と、表面にシリコン酸化皮膜が形成された電極であって前記リード端子の各々の先に取り付けられ前記密閉容器が静止状態ではその電極の一部が前記導電性液体の液面上に位置するように配設された主電極と、前記導電性液体に導電的に接触させた副電極とを具備することを特徴とする静電容量式液体センサを提供することによっても達成される。

20 このような構成の液体センサも、コンデンサを形成する誘電体に電気的、化学的安定性に優れ、且つ非常に薄いシリコン酸化皮膜を使用しているため、長期に渡って安定性、信頼性を維持することができ、且つ小型に製作できる利点を有する。

図面の簡単な説明

25 第1図は、本発明の第1の実施例に係る液体センサの縦断面図である

。

第2図は、本発明の第1の実施例に係る液体センサの外観斜視図である。

第3図は、本発明の第1の実施例に係る液体センサの正面図である。

第4図は、本発明の第1の実施例に係る液体センサの横断面図である

5

第5図は、本発明の第1の実施例に係る液体センサを傾斜センサとして使用する場合の説明図である。

第6図は、本発明の第1の実施例に係る液体センサを加速度センサとして使用する場合の説明図である。

10 第7図は、主電極表面上のコンデンサの静電容量の差を電圧に変換する交流ブリッジ回路の例である。

第8図は、本発明の第2の実施例に係る液体センサの外観斜視図である。

15 第9図は、本発明の第2の実施例に係る液体センサの横断面図である。

第10図は、筒状容器への主電極の取り付け方の他の実施例を示す横断面図である。

第11図は、本発明の第3の実施例に係る液体センサの縦断面図である。

20 第12図は、本発明の第3の実施例に係る液体センサの容器内部の電極配置を示す斜視図である。

第13図は、本発明の第3の実施例に係る液体センサを傾斜センサとして使用する場合の説明図である。

25 第14図は、本発明の第3の実施例に係る液体センサを加速度センサとして使用する場合の説明図である。

第15図は、本発明の第4の実施例に係る液体センサの容器内部の電

極配置を示す斜視図である。

第16図は、本発明の第3の実施例に係る液体センサの内部電極配置の他の実施例を示す斜視図である。

第17図は、第16図に示す電極配置を有する液体センサを傾斜センサとして使用する場合の説明図である。

第18図は、本発明の第4の実施例に係る液体センサの内部電極配置の他の実施例を示す斜視図である。

第19図は、第3、第4の実施例に係る液体センサに下部円板を貫通する副電極を設けた場合の縦断面図である。

第20図は、従来技術に係る抵抗式液体センサの一例の縦断面である。

第21図は、従来技術に係る静電容量式液体センサの一例である。

発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に明らかにするために、添付の図面に従ってこれを説明する。

(第1の実施例)

本発明の第1の実施例を図面を参照して説明する。第2図に本実施例の液体センサの外観斜視図を、第3図にはその正面図を、第1図にはその縦断面図(A-A断面図)を、第4図には横断面図(B-B断面図)を示す。

本実施例の液体センサ1は、両端を封じた筒状容器6の平行な2つの側面2、3に開口13、14を設け、該開口13、14に表面をシリコン酸化皮膜で覆った板状主電極4、5を嵌め込んで密閉し、内部に導電性液体7を適量封入して上蓋11から金属性副電極棒8を導電性液体7中に差し込んだ構造をなしている。

容器 6 は、平行な 2 つの側面 2、3 を有する筒状容器である。側面に平行な 2 つの面を有すればよく、横断面は必ずしも矩形である必要はない。上下の開口部 9、10 は上蓋 11、下蓋 12 により密閉されている。この筒状容器 6 は、上蓋 11、下蓋 12 も含めてセラミック、硬質ガラス、合成樹脂等の電気絶縁性材料で形成されている。
5

平行する 2 つの側面 2、3 には、上下方向に細長く延びる長方形の開口 13、14 が形成されている。その開口 13、14 を形成する各 4 つの端面 15、16 は、全ての外側の角 17、18 が断面長方形形状に各端面 15、16 の延在方向にわたって切り欠かれて板状部材を嵌め込み可能な切欠き部 19、20 が形成されている。この切欠き部 19、20 によって、開口 13、14 の開口断面積は、側面 2、3 の厚さ方向途中位置を境として、容器内側の開口 13、14 の断面積が、容器外側の開口 21、22 の断面積よりも小さくなっている。
10

この開口 21、22 には、板状主電極 4、5 が嵌め込まれる。この板状主電極 4、5 はシリコン (Si) 製で、少なくとも片側表面全体にシリコン酸化皮膜が形成されたものである。その形状は、面積が容器内側の開口 13、14 の断面積より大きく、容器外側の開口 21、22 の断面積よりも僅かに小さく形成されたものであり、シリコン酸化皮膜を有する面が前記切欠き部 19、20 の底面 23、24 に当接するように嵌め込まれる。主電極 4、5 の外面には、主電極の電位を取り出すためのリード線 25、26 が、シリコン酸化皮膜を取り除いた電極表面部分に導電性ペーストやハンダ付け等により接続されている。
15

なお、主電極 4、5 の材料であるシリコン (Si) としては、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、多結晶シリコン等を使用する。また、シリコン酸化皮膜は、熱酸化法、CVD 法など、IC 製造プロセスで使われる一般的な方法で成膜することができる。
20
25

この板状主電極 4、5 の嵌め込みの際には、主電極 4、5 と切欠き部 19、20 の底面 23、24 との当接部分の隙間、および主電極 4、5 の外周面と切欠き部 19、20 の側面との隙間に低溶融点ガラスや合成樹脂性接着剤等のシール剤 28 が充填され、主電極 4、5 を筒状容器 6 に液密に固定している。
5

密閉された筒状容器 6 の内部には、筒状容器 6 の内容積の略 1/2 の量の導電性液体 7 が封入されている。金属性副電極棒 8 は、その先端が導電性液体 7 中に十分深く浸かるようにして、上蓋 11 に貫通固定されている。

10 導電性液体 7 とシール剤 28 とが接触すると、シール剤 28 が膨潤して接着力が低下したり、導電性液体 7 中にシール剤 28 の成分が溶け込んで導電率が変化するおそれがあるので、導電性液体 7 とシール剤 28 との接触面積は極力小さくすることが望ましい。このため主電極 4、5 を開口 13、14 に嵌め込む際には、はみ出さない程度に適量のシール剤 28 を切欠き部の底面 23、24 に塗布して押しつけるように嵌め込む。その後、主電極 4、5 を強固に固定するために、密閉容器 6 の外側から十分な量のシール剤 28 を主電極 4、5 の外周面とその外周面に隣接する容器開口部付近に盛り上げるように塗布する。
15

20 このようにすることで、アルコールを主成分とする導電性液体 7 にシール剤 28 が触れる部分は、主電極 4、5 と密閉容器 6 との間の僅かな隙間に介挿された部分だけとなり、シール剤 28 が膨潤して接着力が低下したり、導電性液体 7 にシール剤 28 の成分が溶け込んで導電率が低下することが防止される。

なお、導電性液体 7 の電気導電度は十分に高くする必要があるので、
25 溶媒に硝酸リチウム、ヨウ化カリウム等の電解質を溶解させて調製したものを用いる。溶媒としては、メチルアルコール、エチルアルコール、

イソプロピルアルコールなどのアルコール類、アセトン、メチルエチルケトンなどのケトン類、ジエチレングリコールモノブチルエーテルなどのエーテル類等の有機溶媒が適している。これらの溶媒は単独でも、また複数を組み合わせて使用してもよい。

5 これらの中の何れの溶媒、電解質が適しているかは、その液体センサの用途により異なる。例えば、液体センサを地震の強度を測定する感震器として用いる例を挙げると、この場合、加速度は数 Hz の周波数で正負の方向に繰り返し変化する。このように周期的に変化する加速度を測定するためには、その周波数に十分追随できる応答性が要求される。加
10 えてセンサの共振周波数が地震波の周波数に一致しない設計が求められる。これら要件を満たすために導電性液体 7 に求められる比重、粘性、表面張力等の条件は、主として容器 6 の内部断面形状との関係で決まってくる。従って、使用する溶媒及び電解質の種類は、これらの要求、更には使用温度範囲等を考慮して決定されることになる。

15 なお、筒状容器 6 内の残りの上部空間には、不活性ガスを封入しておく。

次に、このように構成した液体センサ 1 の作用について説明する。主電極 4、5 の容器内側表面はシリコン酸化皮膜で覆われている。このシリコン酸化皮膜は誘電体であるので、このシリコン酸化皮膜を挟んで主電極 4 を一方の電極とし導電性液体 7 を他方の電極とする平行板コンデンサ C 1 と、主電極 5 を一方の電極とし導電性液体 7 を他方の電極とする平行板コンデンサ C 2 とが形成されている。

20 主電極 4、5 と導電性液体 7 との接触面積をそれぞれ S 1、S 2、シリコン酸化皮膜の厚さを t、その誘電率を ε とすると、コンデンサ C 1、C 2 の静電容量 C 1、C 2 は次式で表わされる。

$$C 1 = \epsilon \cdot S 1 / t$$

$$C_2 = \epsilon \cdot S_2 / t$$

すなわち、コンデンサ C_1 、 C_2 の静電容量 C_1 、 C_2 の値は、主電極 4、5 と導電性液体 7 との接触面積 S_1 、 S_2 から計算される。逆に、静電容量 C_1 、 C_2 の値が判明すれば、主電極 4、5 と導電性液体 7 との接触面積 S_1 、 S_2 を計算で求めることができる。

10 このような関係を利用して、本実施例の液体センサ 1 を傾斜センサとして使用する場合を説明する。第 1 図に示すように筒状容器 6 の中心軸が導電性液体 7 の液面 2 7 に垂直になるように置かれていた場合を考える。この状態では、主電極 4、5 と導電性液体 7 との接触面積 S_1 、 S_2 は等しいため静電容量 C_1 、 C_2 の値は等しくなる。

この状態から、第 5 図に示すように筒状容器 6 の中心軸が傾斜角 θ だけ、主電極 4、5 の表面に垂直な線に沿って鉛直軸から傾いたとする。すると、主電極 4 と導電性液体 7 との接触面積 S_1 は増加して静電容量 C_1 の値は増加する。反対に、主電極 5 と導電性液体 7 との接触面積 S_2 は減少して静電容量 C_1 の値は減少する。ここで、接触面積 S_1 、 S_2 の差と傾斜角 θ との間には、筒状容器 6 の横断面形状で決まる一定の関係がある。従って、静電容量 C_1 と C_2 との差を測定して接触面積 S_1 、 S_2 の差を求めれば、その関係式を使用して傾斜角 θ の値を計算で求めることができる。このような作用により、この液体センサ 1 は傾斜センサとして使用することができる。

20 次に、本実施形態の液体センサ 1 を、加速度センサとして使用する場合を説明する。同じく筒状容器 6 を第 1 図に示すように、中心軸が鉛直になるように水平な物体に固定しておいて、これに第 6 図に示すように、主電極 4、5 の表面に垂直な線方向に水平加速度が加えられたとする。筒状容器 6 が傾かないとすると、筒状容器 6 の導電性液体 7 は、その有する慣性により加速度方向とは反対の側に寄せられて液面 2 7 が水平

位置から傾斜角 θ だけ傾く。これにより、前記傾斜センサとしての使用の場合と同様に、静電容量 C_1 と C_2 の値に差が生ずるので、その差を測定することにより傾斜角 θ を求めることができる。傾斜角 θ が求まれば、筒状容器 6 に加えられた加速度の大きさを計算あるいは予め実験により求めておいた較正曲線を利用して求めることができる。このような作用により、この液体センサ 1 は、加速度センサとしても使用することができる。なお、感震器は加速度センサの一種であるので、この液体センサ 1 は感震器としても使用することができる。

次に、これまで述べてきた主電極 4、5 の表面に形成されたコンデンサ C_1 、 C_2 の静電容量 C_1 、 C_2 の差を検出する方法について説明する。第 7 図は、静電容量 C_1 、 C_2 の差を電圧の変化に変換して計測するいわゆる交流ブリッジ回路である。図中のコンデンサ C_3 、 C_4 は、静電容量の等しい固定コンデンサである。コンデンサ C_1 と C_2 との接続点 Y_1 が導電性液体 7 に、接続点 X_1 、 X_2 が主電極 4、5 の外面に接続されたリード線 25、26 に相当する。導電性液体 7 の電位は、副電極棒 8 により取り出す。

直列に接続されたコンデンサ C_1 と C_3 の接続点 X_1 と、同じく直列に接続されたコンデンサ C_2 と C_4 との接続点 X_2 との間には、内部インピーダンスの高い電圧計 31 を接続する。一方、コンデンサ C_3 と C_4 との接続点 Y_2 と、前記接続点 Y_1 との間には交流電圧源 32 を接続する。導電性液体 7 の有する抵抗値は、コンデンサ C_1 、 C_2 のインピーダンスに比べて十分低くなるように導電性が調整してあるので、その抵抗値は無視できる。

交流電圧源 32 によって接続点 Y_1 、 Y_2 に交流電圧が印加されると、コンデンサ C_1 と C_2 の容量の差が少ない場合、電圧計 31 にはコンデンサ C_1 、 C_2 の容量の差にほぼ比例した電圧が現れる。従って、こ

の電圧を測定することでコンデンサ C 1 と C 2 の静電容量の差が判明する。静電容量の差が求まれば、その値から液体センサ 1 の傾斜角あるいは、液体センサ 1 に加えられた加速度を求めることができる。なお、第 7 図の交流ブリッジ回路のコンデンサ C 3、C 4 は、固定抵抗に置き換えて測定可能である。

5 (第 2 の実施例)

第 1 の実施例の液体センサは、主電極が一対であるために主電極の表面に垂直な線に沿った傾斜角あるいは加速度しか測定することができなかつた。これに対して本第 2 の実施例の液体センサは、水平面内で直交する 2 方向に沿った傾斜角あるいは加速度を測定できる構成の液体センサである。第 8 図に本実施例の液体センサ 1 a の外観斜視図を、第 9 図にその横断面図を示す。なお、本液体センサ 1 a は、第 1 の実施例の液体センサ 1 と同一構造部分が多いので、液体センサ 1 と同一または相当部分には同一符号が付してある。

1 5 本実施例の液体センサ 1 a は、筒状容器 6 が四角筒状に形成されている。そして、四角筒状の 4 つの側面の各々に、第 1 の実施例の場合と同様にシリコン酸化皮膜を有する 4 枚の板状主電極 4、5、4 a、5 a が取り付けられた構造となっている。この板状主電極 4 a、5 a を追加して設けたことが第 1 の実施例の液体センサ 1 と異なる点で、その他の点 2 0 は同じである。板状主電極 4、5、4 a、5 a の筒状容器 6 の側面への取り付け構造は、第 1 の実施例の場合と同様である。

板状主電極 4、5、4 a、5 a をこのように配置したことにより、主電極 4、5 の表面に垂直な線に沿った傾斜角あるいは角速度と、主電極 4 a、5 a の表面に垂直な線に沿った傾斜角あるいは角速度とを同時に測定することができる。すなわち、水平面内で互いに直交する 2 つの方 2 5 向に沿った傾斜角あるいは加速度を同時測定することができる。従って

、そのようにして同時測定した2方向の傾斜角あるいは加速度をベクトル的に合成することで、二次元表面上における最大傾斜方向や加速度の方向、及びそれらの値の大きさを求めることができる。

(第1、第2の実施例の変形実施態様)

5 前述した第1、第2の実施例の液体センサ1、1aは、次のように変形して実施してもよい。例えば、第1の実施例の液体センサ1における板状主電極4、5の嵌め込みの際には、第4図に示したように主電極4、5と切欠き部19、20の底面23、24との当接部分の隙間、および主電極4、5の外周面と切欠き部19、20の側面との隙間にシール剤28を介挿して板状主電極4、5を筒状容器6に液密に固定した。

10 この固定と液密状態とを一層確実にするために、第10図に示すように、切欠き部19、20の底面23、24に凹形、U字形、V字型等の溝29、30を形成し、形成した溝29、30と主電極4、5とにより形成される空間にシール剤28を液密に充填する構造とするとよい。このようにすると主電極4、5は、その周辺部の3面によって筒状容器6に固定されるため、固定が強固になると共に液漏れ防止効果が向上する。

15 また、前記第1、第2の実施例では、副電極として金属製電極棒8を、上蓋11を貫通して導電性液体7中に十分深く浸かるようにして固定した。このようにして導電性液体7の電位を取り出す代わりに、下蓋12の全部または一部を導電性材料で形成して副電極とし、その部分にリード線を取り付けて導電性液体7の電位を取り出すような構造としてもよい。

20 また、切欠き部19、20に嵌め込んだ前記板状主電極4、5の外面全体をシール剤で覆うようにするとよい。このようにすれば、板状主電極4、5の外面を保護することができる。

(第3の実施例)

次に、本発明の液体センサの第3の実施例について図面を参照して説明する。第11図は、本実施例の液体センサの縦断面図、第12図はそのセンサ内部の電極配置を示す斜視図である。

5 本実施例の液体センサ40は、主電極が一対である液体センサであって、容器41、導電性液体42、円板43、第1、第2のリード端子44、45、第1、第2の主電極46、47とから構成されている。

容器41は、一端が閉じられたほぼ円筒状の容器で、導電性材料で形成されている。導電性材料としては腐食に強い金属、例えばステンレスを使用する。円筒状の容器41の開口部は円板43で塞がれ、全体として密閉構造を成している。円板43も導電性材料で形成されている。

10 容器41と円板43とからなる密閉容器48の内部には、内容積の略1/2の量の導電性液体42が封入してある。導電性液体42としては、第1の実施例に記載したものと同じものを使用する。密閉容器48の上部空間には、不活性ガスが封入してある。

15 第1、第2のリード端子44、45は、円板43とは電気的に絶縁された状態で、円板43を貫通して固定されている。密閉容器48の内部に突き出たリード端子44、45の先には、第1、第2の主電極46、47が取り付けられている。リード端子44、45の密閉容器48内に突き出た部分は、導電性液体42と電気的に接触しないように、その表面を絶縁性樹脂で覆ってある。同様に、リード端子44、45と主電極46、47との接続部分も絶縁性樹脂で覆って保護してある。

20 主電極46、47は、同じ形状で共に短冊状に形成されている。これは、電極の表面積を大きくして静電容量を増し、静電容量の変化量の測定を容易にするためである。この主電極46、47は、第12図に示すように短冊状の面が互いに向き合い主電極面が平行になるように、すな

わち、2つのリード端子44、55を結ぶ線が主電極46、47の各面に垂直となるように対向して取り付けてある。そして、密閉容器48が垂直状態では、主電極46、47の上部1/3～1/2が導電性液体42の表面上に露出するようにしてある。

5 主電極46、47は、導電性材料の表面に薄いシリコン酸化皮膜を形成した電極である。この誘電体である薄いシリコン酸化皮膜を挟んで、主電極を一方の電極、導電性液体2を他方の電極とする平行板コンデンサが形成されている。主電極材料としては、その表面にシリコン酸化皮膜を形成する必要性から、第1の実施例の場合と同様に単結晶シリコン、アモルファスシリコン、多結晶シリコン等のシリコン素材を使用する。シリコン酸化皮膜の形成も、第1の実施例の場合と同様に熱酸化法やCVD法など、ICの製造プロセスで使われる一般的な方法を用いで形成する。

15 本実施例の液体センサ40の場合も、第1の実施例の液体センサ1と同様に傾斜センサとして、または加速度センサ、感震器として使用することができる。第13図は傾斜センサとして使用する場合の様子を示したもので、密閉容器48がリード端子44、55を結ぶ線に沿って鉛直軸から傾斜角θだけ傾斜すると、主電極46と導電性液体42との接触面積は増加して、主電極46、シリコン酸化皮膜、導電性液体42により構成されるコンデンサの静電容量は増加する。逆に、主電極47、シリコン酸化皮膜、導電性液体42により構成されるコンデンサの静電容量は減少する。従って、第1の実施例で説明したと同様に、第7図に示したブリッジ回路でその静電容量の差を測定すれば、傾斜角θの値を求めることができる。なお、この場合、導電性液体42の電位は、導電性材料で形成された密閉容器48から取り出す。

20

25

第14図は、液体センサ40を加速度センサとして使用する場合の様

子を示したもので、この場合も第1の実施例の第6図の場合と同様、主電極46、シリコン酸化皮膜、導電性液体42により構成されるコンデンサの静電容量は増加し、逆に、主電極47、シリコン酸化皮膜、導電性液体42により構成されるコンデンサの静電容量は減少する。従って
5 、その静電容量の差を測定することで、密閉容器48に加えられた加速度の大きさを求めることができる。

(第4の実施例)

前記第3の実施例の液体センサ40は、主電極が一対であるためにリード端子44、55を結ぶ線に沿った傾斜角あるいは加速度しか測定することができなかった。本第4の実施例の液体センサは、前記第3の実施例の液体センサ40を、水平面内で直交する2方向に沿った傾斜角あるいは加速度を測定できるように拡張したセンサである。
10

第15図に本実施例の液体センサ40aの容器内部の主電極配置を斜視図で示す。本液体センサ40aは、密閉容器48の内部に更に一対の主電極50、51を追加して設けたものである。4個の主電極46、47、50、51は、隣り合う電極の表面が互いに直角になるように、すなわち、各対のリード端子を結ぶ線が互いに直交し、且つそれらの線がそれぞれのリード端子に取り付けられた主電極の面に垂直となるようにして取り付けられている。
15

20 このような構成によれば、前記第2の実施例の液体センサ1aの場合と同様に、主電極46、47の表面に垂直な線に沿った傾斜角あるいは加速度と、主電極50、51の表面に垂直な線に沿った傾斜角あるいは加速度とを同時に測定することができる。すなわち、水平面内で互いに直交する2つの方向に沿った傾斜角あるいは加速度を同時に測定することができる。従って、そのようにして同時測定した2つの傾斜角あるいは加速度をベクトル的に合成することで、二次元表面上における最大傾
25

斜方向や加速度の方向、及びそれらの値の大きさを求めることができる。

（第3、第4の実施例の変形実施態様）

前述した第3、第4の実施例の液体センサ40、40aは、次のように変形して実施してもよい。例えば、第3の実施例の液体センサ40の場合、密閉容器48内に設ける主電極46、47の表面が、第16図に示すように同一平面上に載るように取り付けてもよい。このような構造の場合も、密閉容器48が傾いた場合には、第17図に示すように、各主電極と導電性液体42との接触面積が変化して静電容量に差が生ずるため、その差を測定することにより密閉容器48の傾斜角を求めることができる。加速度もまた、同様にして求めることができる。

また、第4の実施例の場合、密閉容器48内に設ける二対の主電極を第18図に示すように、隣り合う4個の主電極46、47、50、51の各表面が90°の角度で放射状をなすように取り付けてもよい。このように取り付けた場合も、第4の実施例の場合と同様に、対を構成する主電極を結ぶ2つの線に沿った傾斜角あるいは加速度を測定することができる。また、この構造の場合は、各主電極面が密閉容器48内の導電性液体42の好ましくない回転運動を抑制する効果がある。

また、前記第3、第4の実施例の場合、導電性液体42の電位は導電性材料で形成された密閉容器48から取り出したが、第19図に示すように、代わりに開口部を塞ぐ円板43を貫通して導電性副電極52を取り付けて取り出すようにしてもよい。

また、第3、第4の実施例では、液体センサ40、40aを円板3が底になる姿勢で使用したが、上下を逆にして円板3を上に、密閉容器48を下にした姿勢で使用してもよい。

（その他の変形実施態様）

これまで説明した第1～第4の実施例では、対向する2つの主電極が平行であるとして説明してきたが、対向する電極間の静電容量の差をブリッジ回路により検出することさえできれば、主電極が平行でない構成としてもよい。また主電極表面も必ずしも平面である必要はない。例えば、第3、第4実施例の場合、主電極を棒状としてもよい。また、第1、第2実施例の場合には、導電性液体との接触面積を大きくして静電容量を増加させるために、主電極を導電性液体中に断面形状が三角形あるいは半円形をなすように突出させた構成としてもよい。

また、これまでの実施例では、主電極は対で構成してきたが、主電極を一つの電極で構成してもよい。例えば、主電極を密閉容器の中心からずらした位置に一つ配置した構成とする。この場合、導電性液体の液面の傾きが変化すると主電極の浸漬深さが変化し、主電極と導電性液体との間の静電容量が変化する。この変化を測定することで主電極の傾きや密閉容器に加わった加速度を検出することができる。この場合の静電容量の値は、主電極、シリコン酸化皮膜、導電性液体とで構成されるコンデンサを、ブリッジ回路の一辺に接続することで測定することができる。

産業上の利用の可能性

以上説明してきたように、本発明に係る液体センサは、物体の傾斜角あるいは、物体に水平方向に加わる加速度の方向と大きさを検出するセンサとして好適である。また、震器としても好適である。

請求の範囲

1. 容器内に導電性液体を満たし、表面に誘電体皮膜を形成した電極の一部を該導電性液体に接触させ、前記導電性液体の液面の移動に伴う該電極と前記導電性液体の接触面積の変化を前記電極と前記導電性液体との間の静電容量の変化から測定し、該測定値の変化から前記導電性液体の液面に対する前記電極の傾斜角の変化または前記容器に加わった加速度を検出する液体センサにおいて、前記誘電体皮膜としてシリコン酸化皮膜を使用することを特徴とする液体センサ。
10 2. 平行する2つの側面(2、3)を有する電気絶縁体製の筒状密閉容器(6)の該2つの側面に開口(13、14)を設け、少なくとも片面にシリコン酸化皮膜を形成した板状主電極(4、5)を酸化皮膜を容器内側にして前記側面に当接させて該開口を塞ぎ、前記板状主電極と前記側面との隙間にシール剤(28)を液密に介挿し、前記容器内に内容積の略1/2の量の導電性液体(7)を封入し、該導電性液体に電気的に接觸する副電極(8)を容器内に設けたことを特徴とする静電容量式液体センサ。
15 3. 平行する2つの側面(2、3)を有し上下の開口部(9、10)を蓋(11、12)で密閉した電気絶縁体製の筒状容器(6)の前記2つの側面に上下方向に延びる長方形の開口(13、14)を設け、該開口の端面の全てについて容器外側に位置する角(17、18)を切り欠いて板状部材を嵌め込み可能な切欠き部(19、20)を設け、該切欠き部に少なくとも片面にシリコン酸化皮膜を形成した板状主電極(4、5)を酸化皮膜を容器内側にして前記切欠き部の底面(23、24)に当接するように嵌め込むと共に、該切欠き部の底面と板状主電極との当接部分の隙間及び板状主電極の外周面と前記切欠き部側面との隙間にシ
20
25

ル剤（28）を液密に介挿し、該容器内に内容積の略1／2の量の導電性液体（7）を封入し、前記容器上蓋（11）の略中央より金属製副電極棒（8）を先端が容器内導電性液体中に十分深く浸かるように装入したことを特徴とする静電容量式液体センサ。

5 4. 前記筒状容器を四角筒状とし、平行する2つの側面を2組有し、該4側面に開口を設け、該開口をそれぞれシリコン酸化皮膜を有する板状主電極（4、4a、5、5a）で塞いだことを特徴とする請求項2に記載の静電容量式液体センサ。

10 5. 前記筒状容器を四角筒状とし、平行する2つの側面を2組有し、該4側面に開口を設け、該開口をそれぞれシリコン酸化皮膜を有する板状主電極（4、4a、5、5a）で塞いだことを特徴とする請求項3に記載の静電容量式液体センサ。

15 6. 前記切れき部の底面（23、24）に溝（29）を設け、該溝と前記板状主電極とにより形成される空間にもシール剤（28）を液密に充填したことを特徴とする請求項3または5に記載の静電容量式液体センサ。

7. 前記金属製副電極棒（8）の代わりに、前記容器の下蓋（12）の全部または一部を導電性材料で形成して副電極として使用することを特徴とする請求項3または5に記載の静電容量式液体センサ。

20 8. 前記板状主電極の、前記容器外側を向く面全体を、シール剤で覆うことの特徴とする請求項2ないし5の何れか一つの請求項に記載の静電容量式液体センサ。

9. 前記シール剤として、低溶融点ガラスを使用することを特徴とする請求項2ないし5の何れか一つの請求項に記載の静電容量式液体センサ

25 。

10. 密閉容器（48）と、その内部に封入され前記密閉容器の略1／

2 の内容積を占める導電性液体（42）と、前記密閉容器の一方の端面から前記密閉容器に電気絶縁的に貫通固定された一対のリード端子（44、45）と、表面にシリコン酸化皮膜が形成された電極であって前記リード端子の各々の先に取り付けられ前記密閉容器が静止状態ではその電極の一部が前記導電性液体の液面上に位置するように配設された主電極（46、47）と、前記導電性液体に導電的に接触する副電極とを具備することを特徴とする静電容量式液体センサ。

11. 前記一対のリード端子に代えて二対のリード端子を貫通固定させ、該リード端子の各々の先に前記主電極を取り付け、該二対の主電極は各対の2つの主電極の中心を結ぶ線が互いに直交するように配設されていることを特徴とする請求項10に記載の静電容量式液体センサ。

12. 前記主電極は短冊状に形成され、前記密閉容器内において各対の2つの主電極の中心を結ぶ線がそれぞれの面に垂直となるように、各対の2つの主電極面が対向して配設されていることを特徴とする請求項10または11に記載の静電容量式液体センサ。

13. 前記主電極は短冊状に形成され、前記密閉容器の略中心より、隣り合う主電極面のなす角度が等しい放射状に配設されていることを特徴とする請求項10または11に記載の静電容量式液体センサ。

14. 前記副電極は、前記密閉容器を導電性材料で構成したものであることを特徴とする請求項10または11に記載の静電容量式液体センサ。

15. 前記副電極は、前記密閉容器の一方の端面から導電性電極を貫通固定させたものであることを特徴とする請求項10または11に記載の静電容量式液体センサ。

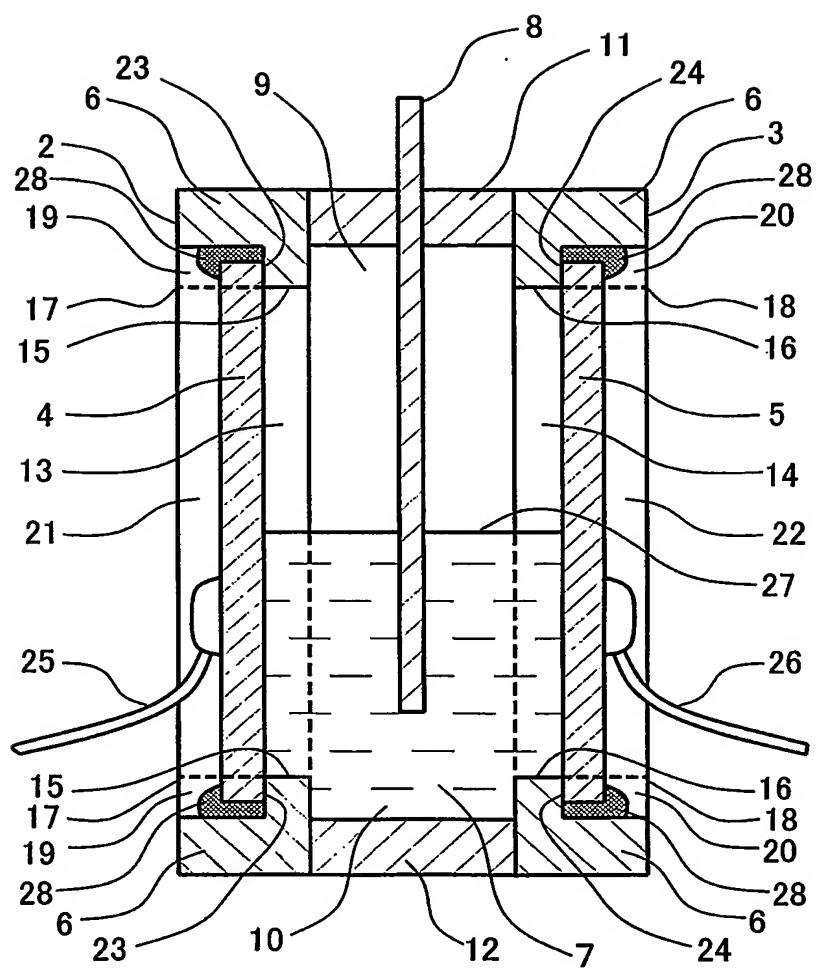
16. 前記主電極は、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、多結晶シリコンのうちの一つの材料で形成されていることを特徴とする請求項

2ないし5、請求項10、11の何れか一つの請求項に記載の静電容量式液体センサ。

17. 前記導電性液体は、メチルアルコール、エチルアルコール、イソプロピルアルコールなどのアルコール類、アセトン、メチルエチルケトンなどのケトン類、ジエチレングリコールモノブチルエーテルなどのエーテル類のうちの一つ又は複数を組み合わせた液体に、硝酸リチウム、ヨウ化カリウムなどの電解質を加えた液体であることを特徴とする請求項2ないし5、請求項10、11の何れか一つの請求項に記載の静電容量式液体センサ。

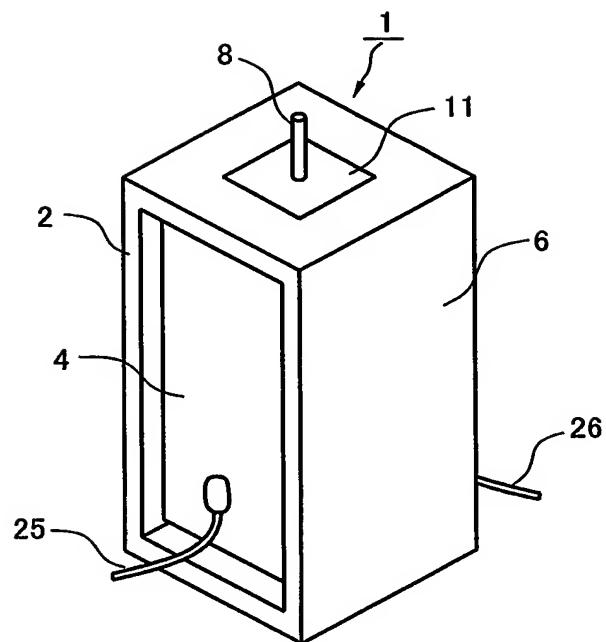
18. 前記密閉容器内に不活性ガスを封入したことを特徴とする請求項2ないし5、請求項10、11の何れか一つの請求項に記載の静電容量式液体センサ。

第1図

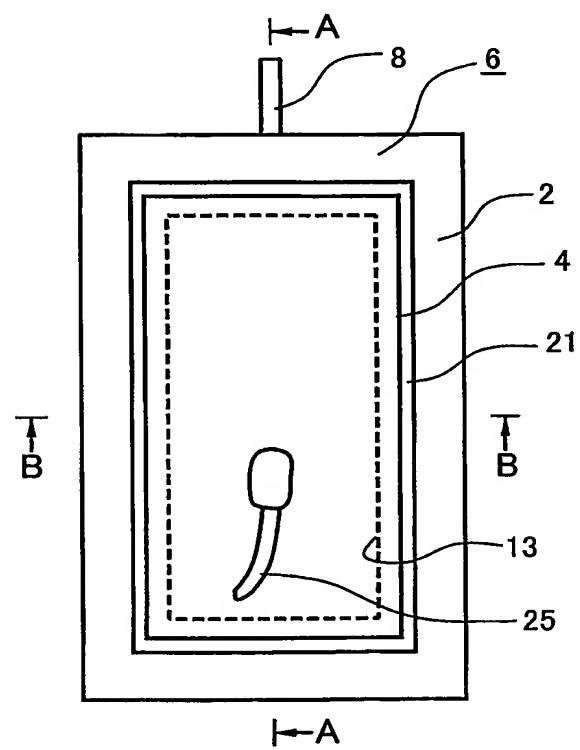


2/11

第2図

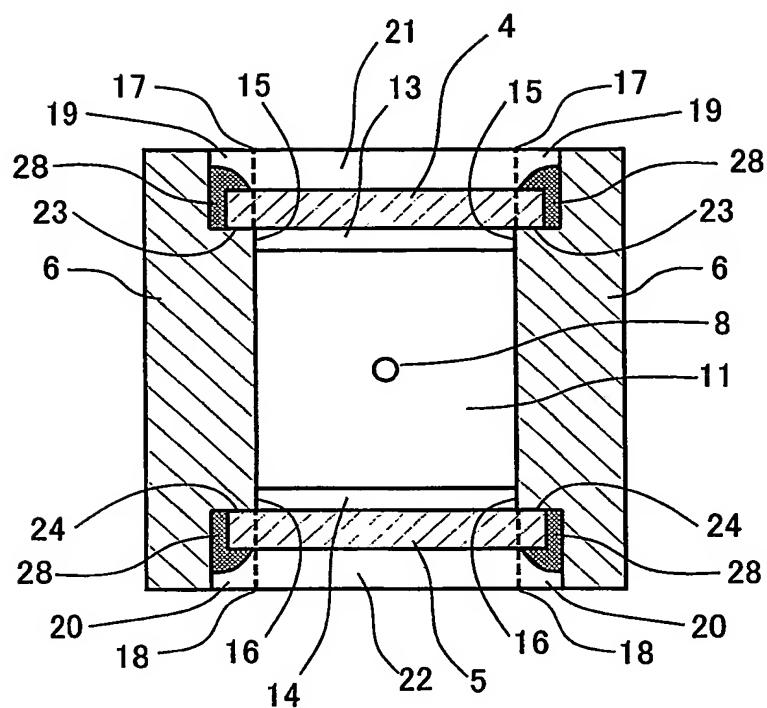


第3図

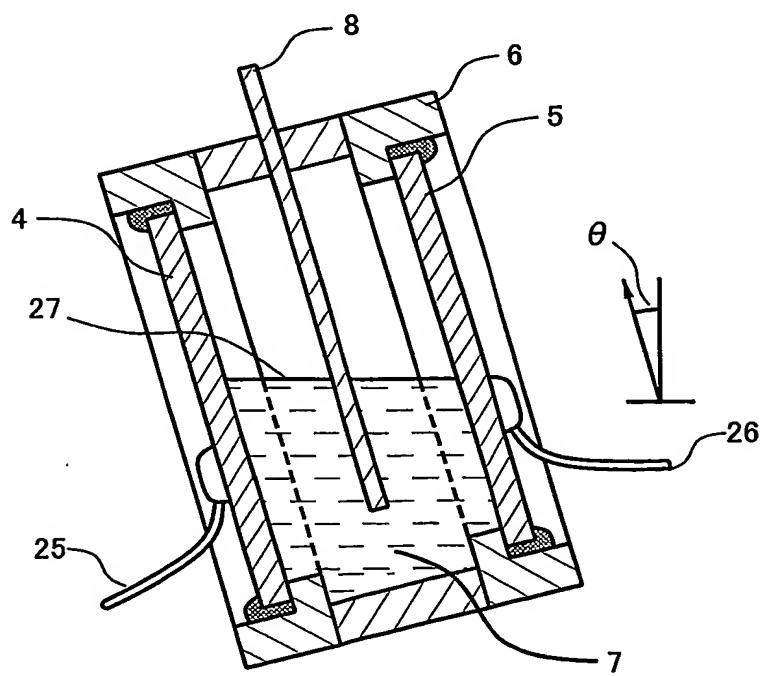


3/11

第4図

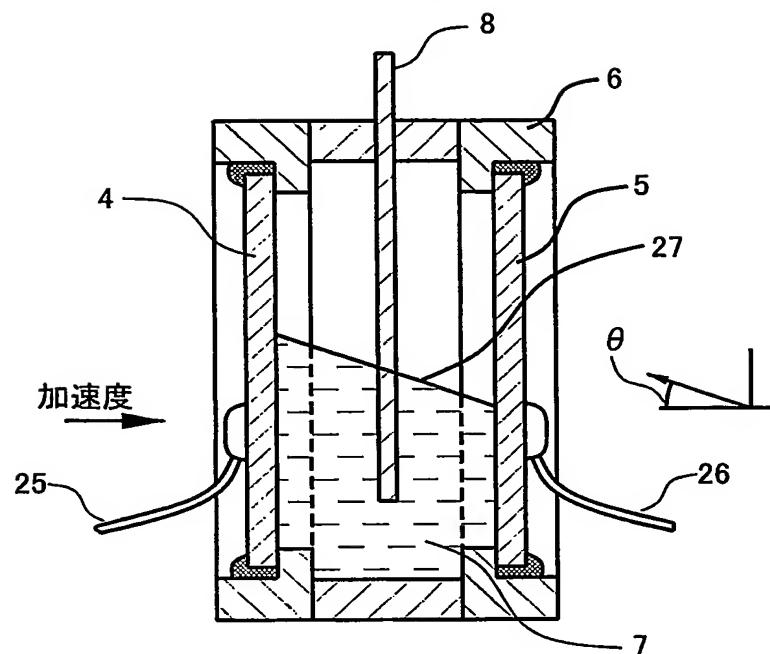


第5図

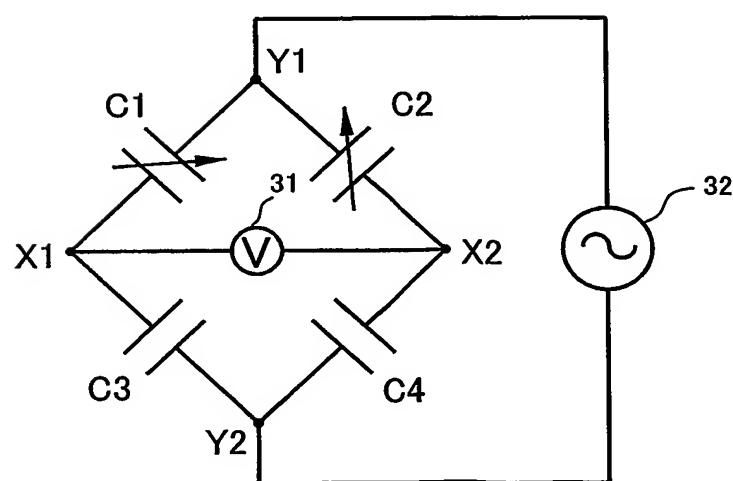


4/11

第6図

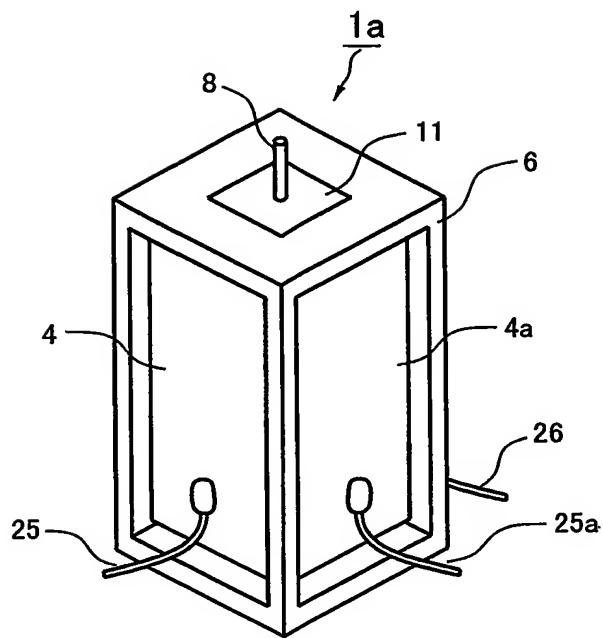


第7図

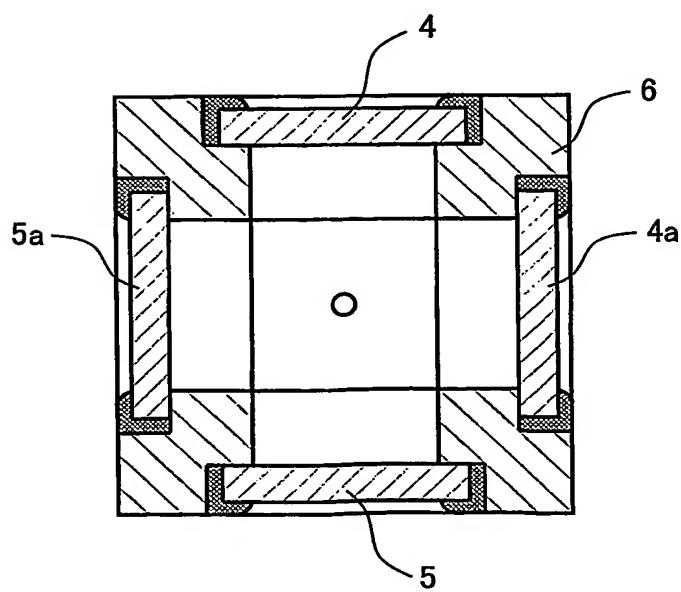


5/11

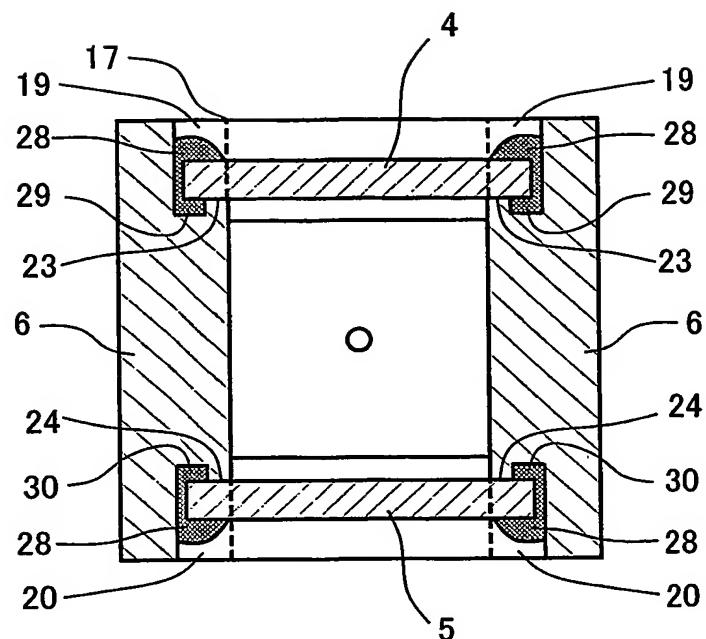
第8図



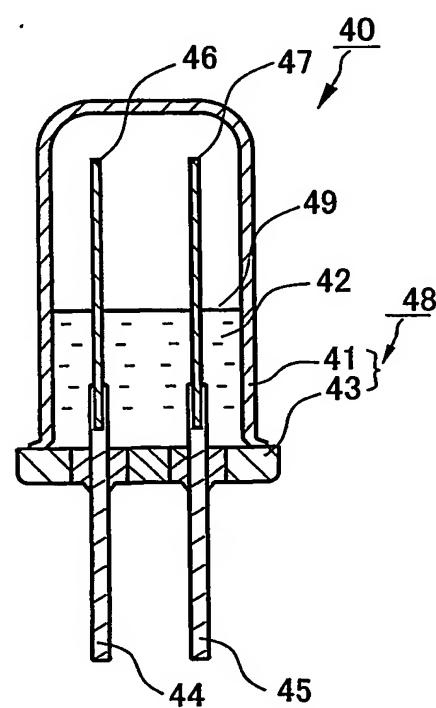
第9図



第10図

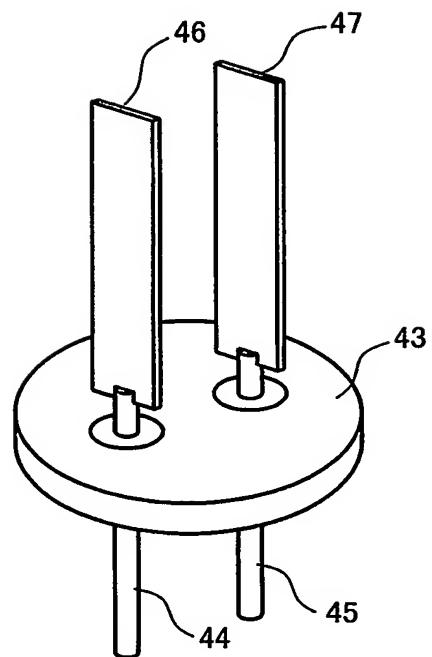


第11回

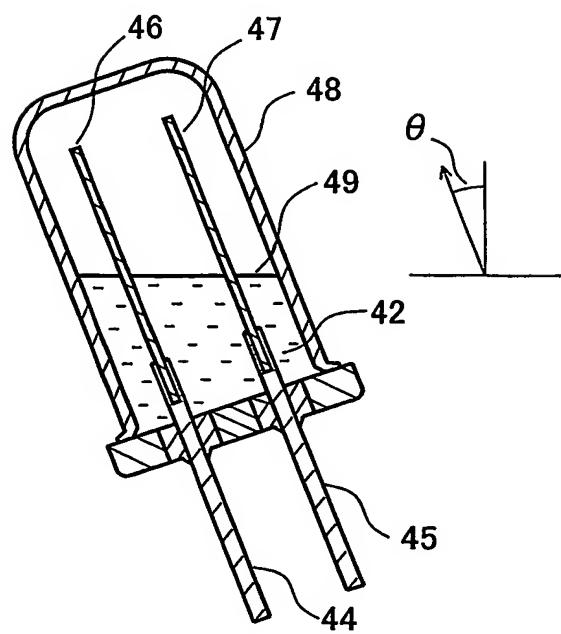


7/11

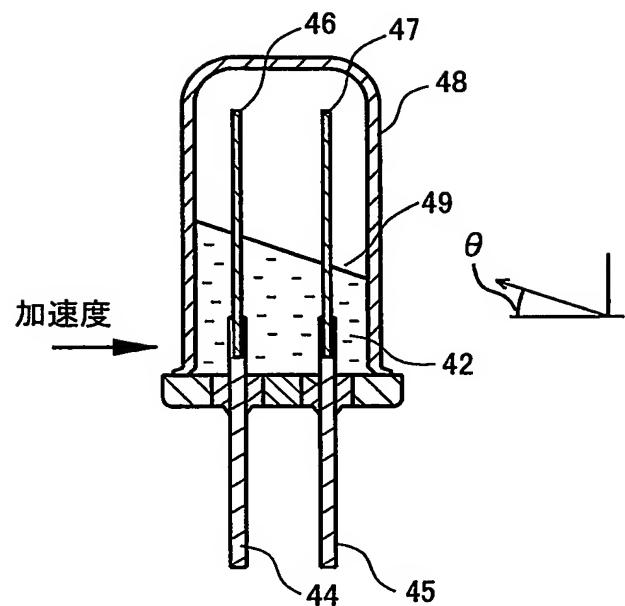
第12図



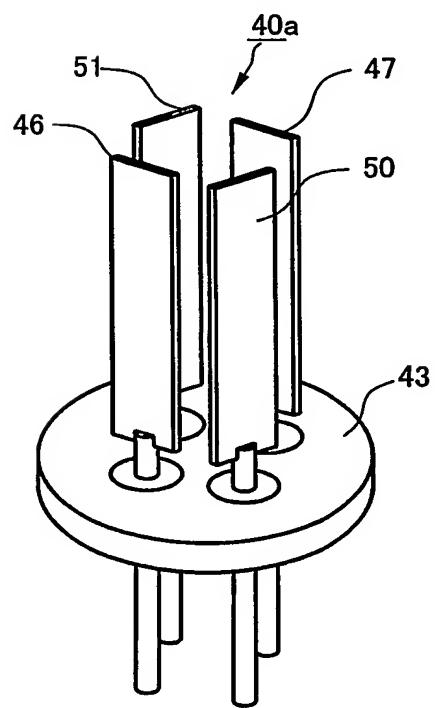
第13図



第14図

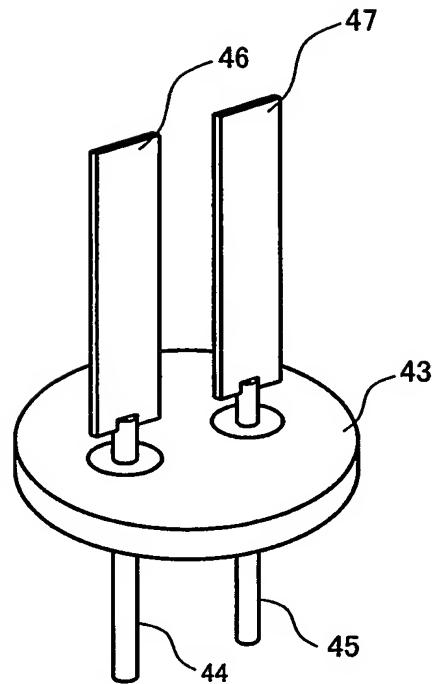


第15図

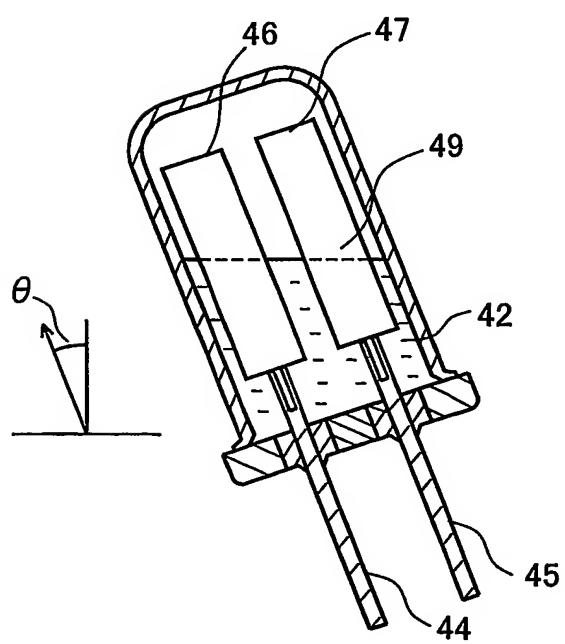


9/11

第16図

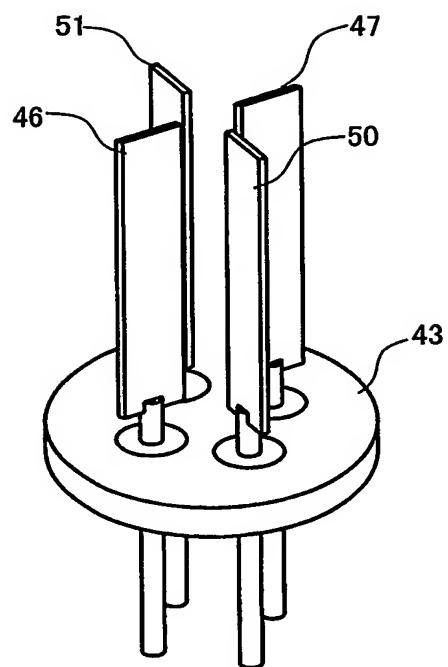


第17図

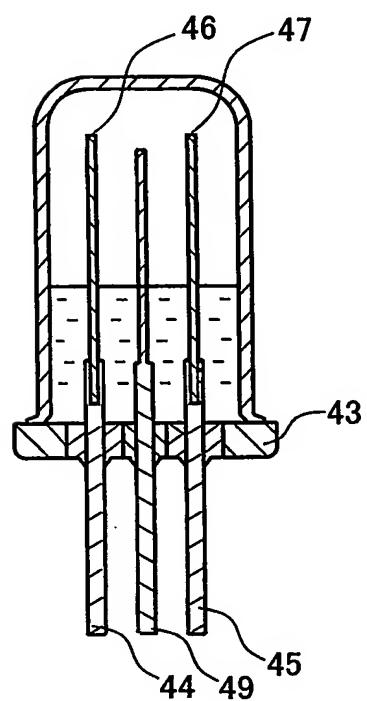


10/11

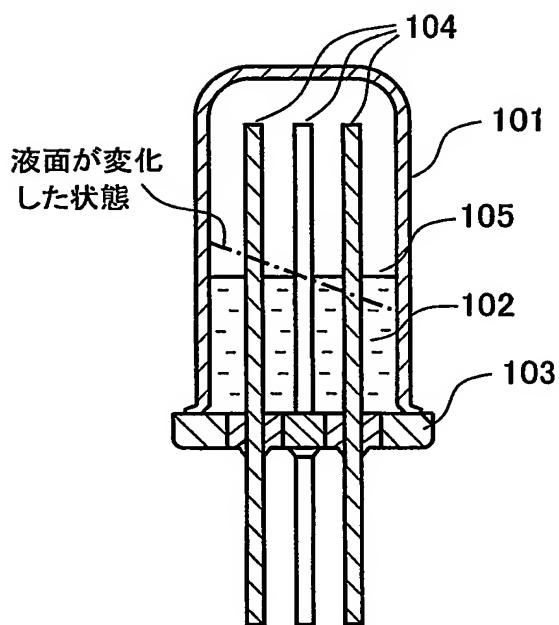
第18図



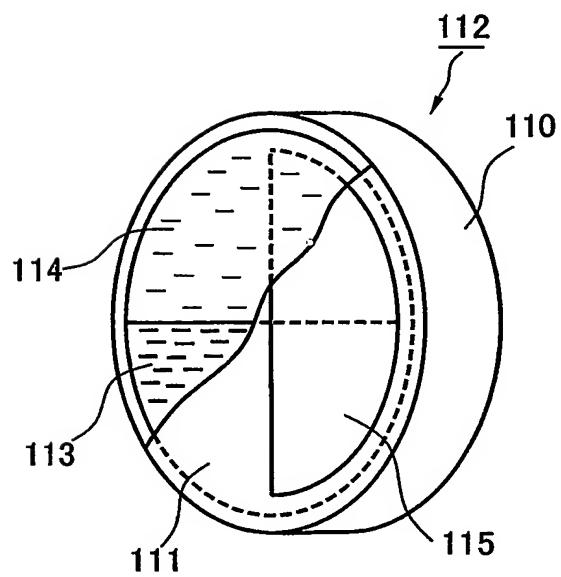
第19図



第20図



第21図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl' G01C9/20, G01C9/06, G01P15/00, G01P15/02, G01P15/125

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl' G01C9/00-36, G01P15/00-125

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-118412 A (Fujitsu Towa Electron Kabushiki Kaisha), 30 April, 1999 (30.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	1,10-18 2-9
Y A	JP 2002-151353 A (Alps Electric Co., Ltd.), 24 May, 2002 (24.05.02), Page 2, right column, lines 8 to 10 (Family: none)	1,10-18 2-9
Y A	JP 2001-324513 A (Kabushiki Kaisha Ubukata Seisakusho), 22 November, 2001 (22.11.01), Full text; all drawings (Family: none)	10-18 1-9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
16 September, 2003 (16.09.03)Date of mailing of the international search report
30 September, 2003 (30.09.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07633

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-172571 A (Kabushiki Kaisha Esuto), 09 July, 1993 (09.07.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G01C9/20, G01C9/06,
G01P15/00, G01P15/02, G01P15/125

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G01C9/00-36, G01P15/00-125

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-118412 A (富士通東和エレクトロン株式会社) 1999.04.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 10-18
A		2-9
Y	JP 2002-151353 A (アルプス電気株式会社) 2002.05.24, 第2頁右欄第8~10行 (ファミリーなし)	1, 10-18
A		2-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 16.09.03	国際調査報告の発送日 30.09.03
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山下 雅人 2S 3100 電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-324513 A (株式会社生方製作所) 2001.11.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	10-18
A		1-9
A	JP 5-172571 A (株式会社エスト) 1993.07.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18